



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 40 06 346 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 01 J 37/02**

②① Aktenzeichen: P 40 06 346.1-41  
②② Anmeldetag: 1. 3. 90  
④③ Offenlegungstag: 5. 9. 91  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 1. 92

**DE 40 06 346 C 2**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
Degussa AG, 6000 Frankfurt, DE

⑦② **Erfinder:**  
Schmidt, Felix, Dr.; Mergner, Bernd, 7888  
Rheinfelden, DE; Domesle, Rainer, Dr., 8755 Alzenau,  
DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:**  
EP 01 49 912 B1

⑤④ **Verfahren zur Herstellung von Monolith-Katalysatoren mit verbesserten Thermoschockeigenschaften**

**DE 40 06 346 C 2**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Monolith-Katalysatoren mit verbesserten Thermoschockeigenschaften aus einem inerten keramischen monolithischen Träger, einem Film aus katalyseförderndem Metalloxid auf dem Träger und in dem Film verteilten Edel- und/oder Unedelmetallen als katalytisch aktiver Komponente. Insbesondere soll das Thermoschockverhalten von Katalysatoren mit monolithischen Trägern aus Cordierit oder Mullit verbessert werden.

Keramisches Trägermaterial enthält von Natur aus Mikrorisse, die bei schockartiger thermischer Beanspruchung, z. B. schnellem Auf- und Abheizen, als Dehnungsfugen wirken und dem keramischen Material eine gewisse Thermoelastizität verleihen können.

Es hat sich herausgestellt, daß die Elastizität abnimmt, wenn der keramische Träger mit einer wäßrigen Dispersion aus aktivem Metalloxid, z. B.  $\gamma$ -Aluminiumoxid, und Promotoren, wie Cer, Zirkon, Eisen, Lanthan, Nickel in Salz- und/oder Oxidform, beschichtet worden ist. Das Thermoschockverhalten verschlechtert sich dabei und es kommt schon bei geringer Temperaturbeanspruchung zur zerstörenden Rißbildung im Träger bzw. in dem fertigen die katalytisch aktive Komponente, z. B. Platingruppenmetalle enthaltenden Katalysator. Dies wurde auf das Eindringen gelöster und/oder feinstteiliger korpuskularer Stoffe in die Mikrorisse zurückgeführt.

Es wurde weiterhin davon ausgegangen, daß die in den Mikrorissen eingelagerten Stoffe die Dehnungsfugen schließen und dem keramischen Material die Thermoelastizität nehmen und so das Thermoschockverhalten verschlechtern. Darüber hinaus war nicht auszuschließen, daß die in den Mikrorissen verbleibenden Stoffe aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten zu einer weiteren Schwächung des Trägermaterials beitragen.

Das US-Patent 44 83 940 beschreibt eine Vorbelegung von Monolithträgern mit wasserlöslichen Polymeren, die die Mikrorisse verstopfen und das Eindringen von Stoffen beim Aufbringen der Katalysatorzusammensetzung verhindern sollen. Diese Polymerstoffe haben den Nachteil, daß sie von wäßrigen Oxid-Dispersionen herausgelöst werden und diese dadurch nachteilig beeinflussen können.

Aus der EP 01 49 912 B1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines beschichteten, Mikrorisse enthaltenden keramischen Wabenaufbaus, bei dem die Mikrorisse in dem Wabenaufbau mit einem Material gefüllt werden, das bei einer Temperatur unterhalb der Sintertemperatur der aufgetragenen Beschichtung weggebrannt wird, beschrieben. Es beinhaltet u. a. folgende Verfahrensschritte:

- a) Tränken mit einer geschmolzenen wasserunlöslichen organischen Verbindung, die bei Raumtemperatur fest und im wesentlichen nicht flüchtig ist;
- b) Festwerdenlassen der zur Tränkung verwendeten Verbindung durch Abkühlen;
- c) Aufbringen eines gegebenenfalls die katalytisch aktive Substanz enthaltenden Tauchüberzugs und
- d) Ausbrennen des durch die Tränkung eingebrachten Stoffes sowie Imprägnieren mit katalytisch aktivem Material, sofern noch nicht im Tauchüberzug enthalten.

Das bekannte Verfahren in seiner vorstehend erläu-

terten, weil hier relevanten Ausgestaltung trinkt den Trägerkörper in einer Schmelze des Füllmittels. Der Träger muß vor der Abkühlung zur Verfestigung des Füllmittels von überschüssigem flüssigem Füllmittel befreit werden, ein Vorgang, der nicht nur in der technischen Praxis auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen wird. Es resultiert eine gänzlich mit der hydrophoben Füllsubstanz überzogene Trägeroberfläche, auf der sich ein Metalloxidfilm aus einer wäßrigen Dispersion ohne vorheriges Carbonisieren der Füll- bzw. Beschichtungssubstanz nicht befriedigend abscheiden und haften läßt. Eine Carbonisierung ist jedoch in der genannten Patentschrift für die hier relevante Ausführungsform nicht offenbart.

Es wurde nun gefunden, daß eine wesentlich einfachere, füllmittelsparende und dabei die Haftung eines aus wäßriger Dispersion abzuscheidenden Oxidfilms nicht beeinträchtigende sichere Versiegelung der Mikrorisse durch "Einschmelzen" von als feinste Feststoffteilchen auf dem Träger aufgetragenen schmelzbaren und ausbrennbaren wasserunlöslichen Füllmitteln, wie höheren Kohlenwasserstoffen, insbesondere Paraffinwachs oder Polymeren, wie Polyäthylenwachs, erzielt werden kann. Diese füllen, wenn sie geschmolzen werden, aufgrund des Kapillareffektes die Mikrorisse vollständig aus und verbleiben während des Beschichtungsvorganges z. B. mit wäßrigen, gegebenenfalls Promotorsalze und/oder -oxide enthaltenden  $\gamma$ -Aluminiumoxiddispersionen in den Mikrorissen, ohne den Beschichtungsvorgang nachteilig zu beeinflussen.

Nach Abschluß des Beschichtungsvorganges wird getrocknet und das verwendete Füllmaterial ausgebrannt. Die temporäre "Versiegelung" der Mikrorisse mit einem schmelzbaren, ausbrennbaren wasserunlöslichen Mittel führt, wenn sie gemäß der Erfindung ausgeführt wird, zu einer deutlichen Verbesserung des Thermoschockverhaltens der fertigen Katalysatoren.

Gegenstand der Erfindung ist demgemäß ein Verfahren zur Herstellung von Monolith-Katalysatoren mit verbesserten Thermoschockeigenschaften aus einem inerten keramischen monolithischen Träger, einem Film aus katalyseförderndem Metalloxid auf dem Träger und in dem Film verteilten Edel- und/oder Unedelmetallen als katalytisch aktiver Komponente, wobei man in den Träger vor dem Aufbringen von Metalloxidfilm und katalytisch aktiver Komponente ein wasserunlösliches, schmelzbares und ausbrennbares organisches Füllmittel bei Temperaturen oberhalb dessen Schmelzpunkts einbringt, den Träger dann unter diesen Schmelzpunkt abkühlt, hierauf den gegebenenfalls katalytisch aktive Komponente enthaltenden Metalloxidfilm durch Dispersionsbeschichtung aufbringt, trocknet, das Füllmittel an der Luft bei Temperaturen oberhalb 500°C ausbrennt und dann, wenn nicht schon geschehen, die katalytisch aktive Komponente auf den Metalloxidfilm in an sich bekannter Weise aufbringt.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß der Träger durch Behandeln mit einer wäßrigen Dispersion des Füllmittels, vorzugsweise eines paraffinischen Waxes mit einem Schmelzpunkt oberhalb 80°C, bei Raumtemperatur mit Teilchen des Füllmittels vorbelegt, der so vorbelegte Träger getrocknet und anschließend über den Schmelzpunkt des Füllmittels erhitzt wird.

Für das im erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehene Erhitzen des mit feinsten Teilchen des Füllmittels vorbelegten Trägers nach sorgfältigem Trocknen genügen im allgemeinen 10—90, vorzugsweise 15—60 Minuten, wobei die Temperatur bevorzugt 30—70°C über

dem Schmelzpunkt des Füllmittels liegt.

Vorteilhaft wird das aufzubringende Füllmittel in Wasser bei erhöhter Temperatur in Anwesenheit eines Emulgators und unter Einwirkung hoher Scherkräfte emulgiert und die Emulsion dann durch Abkühlen auf Raumtemperatur in die zur Anwendung kommende feinstteilige Feststoffdispersion überführt.

Man kann den mit dem Füllmaterial versehenen Träger nach Durchführung des Schmelz- und Abkühlvorgangs auf übliche Weise mit gegebenenfalls Promotorstoffe enthaltendem Aluminiumoxid beschichten, Trocknen, das Füllmaterial ausbrennen und dann die katalytisch aktive Komponente, z. B. eine Platingruppenmetalle enthaltende Elementkomposition aufbringen. Letztere kann aber auch bereits im Aluminiumoxid enthalten sein. Blanke und gemäß der Erfindung "versiegelte" Träger zeigen keinerlei Unterschiede in der Haftung der fertigen Beschichtung.

In den folgenden Beispielen wurden jeweils monolithische Cordieriträger der Abmessungen  $93 \times 76$  mm mit  $46,5$  Zellen/cm<sup>2</sup> und  $0,17$  mm Wandstärke aus derselben Herstellung eingesetzt.

#### Vergleichsbeispiel 1

3 Träger ohne Vorbehandlung mit Füllmittel wurden mit einer wäßrigen Dispersion, enthaltend

72 Gew.-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (als Feststoff)

20 Gew.-%  $\text{CeO}_2$  (als Salz)

5 Gew.-%  $\text{ZrO}_2$  (als Salz)

3 Gew.-%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (als Salz)

beschichtet, bei  $150^\circ\text{C}$  getrocknet und 4 Stunden bei  $700^\circ\text{C}$  getempert.

Die erhaltene Oxid-Beschichtung wurde mit  $0,2$  g pro Trägereinheit Platin und Rhodium im Verhältnis  $5:1$  imprägniert, bei  $150^\circ\text{C}$  getrocknet und bei  $600^\circ\text{C}$  in Formiergas ( $5$  Vol.-%  $\text{H}_2$ ,  $95$  Vol.-%  $\text{N}_2$ ) getempert.

#### Vergleichsbeispiel 2

3 Träger wurden in einer wäßrigen,  $5$  gew.-%igen Polyvinylalkohollösung getaucht, die überschüssige Lösung ausgeblasen und die Träger anschließend 1 Stunde mit  $120^\circ\text{C}$  warmer Luft durchströmend getrocknet. Die Träger wurden hierauf mit der Dispersion analog Vergleichsbeispiel 1 beschichtet. Die erhaltene Oxid-Beschichtung wurde mit  $0,2$  g pro Trägereinheit Platin und Rhodium im Verhältnis  $5:1$  imprägniert, bei  $150^\circ\text{C}$  getrocknet und bei  $600^\circ\text{C}$  in Formiergas ( $5$  Vol.-%  $\text{H}_2$ ,  $95$  Vol.-%  $\text{N}_2$ ) getempert.

#### Beispiel 1

3 Träger wurden bei Raumtemperatur in eine wäßrige Dispersion getaucht, die aus einer mit einem Emulgator bei Temperaturen um  $125^\circ\text{C}$  unter Druck und scharendem Rühren hergestellten wäßrigen Emulsion von  $1,5$  Gew.-% eines handelsüblichen, geradkettigen Paraffinwachses mit einem Schmelzpunkt von  $110^\circ\text{C}$  erhalten wurde. Die Träger wurden sodann ausgeblasen, getrocknet und eine Stunde mit  $150^\circ\text{C}$  warmer Luft durchströmend behandelt. Danach wurden die Träger mit der Dispersion analog Vergleichsbeispiel 1 beschichtet.

Die erhaltene Oxid-Beschichtung wurde mit  $0,2$  g pro Trägereinheit Platin und Rhodium im Verhältnis  $5:1$  imprägniert, bei  $150^\circ\text{C}$  getrocknet und bei  $600^\circ\text{C}$  in For-

miergas ( $5$  Vol.-%  $\text{H}_2$ ,  $95$  Vol.-%  $\text{H}_2$ ) getempert.

#### Beispiel 2

Die Haftfestigkeiten der in den Vergleichsbeispielen 1 und 2 und in Beispiel 1 erhaltenen Beschichtungen wurden durch Wiegen vor und nach einem 3minütigen Abblasen der beschichteten Trägereinheiten mit Luft von  $6$  bar Überdruck bestimmt. Im Durchschnitt wurden folgende Mengen an Beschichtung abgeblasen:

#### Gewichtsverlust in g

Vergleichsbeispiel 1	0,17
Vergleichsbeispiel 2	0,60
Beispiel 1	0,20

Die Messung der Thermoschockbeständigkeit begann mit 30minütigem Einstellen in einen Ofen bei  $750^\circ\text{C}$ . Nach Entnahme aus dem Ofen wurden die Teile 30 Minuten bei Raumtemperatur an der Luft stehengelassen. Dieser Zyklus wurde unter schrittweiser Erhöhung der Ofentemperatur um jeweils  $25^\circ\text{C}$  für jede Trägereinheit dreimal wiederholt. Die Temperatur, bei der sichtbare Risse auftreten, ist als Ausfalltemperatur definiert. Die folgende Tabelle gibt die durchschnittliche Ausfalltemperatur der jeweils eingesetzten Träger an:

#### Ausfalltemperatur ( $^\circ\text{C}$ )

Vergleichsbeispiel 1	< 750
Vergleichsbeispiel 2	775
Beispiel 1	825
blanker Träger	> 900

#### Beispiel 3

Je 3 Mullit-Träger der Abmessung  $15 \times 15 \times 15$  cm mit einer Zelldichte von  $16$  Zellen/cm<sup>2</sup> und einer Zellwandstärke von  $0,5$  mm wurden ohne und mit der erfindungsgemäßen Vorbehandlung (im letzteren Falle gemäß Beispiel 1) mit einer wäßrigen Dispersion der Zusammensetzung  $80$  Gew.-%  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  (als Feststoff),  $17$  Gew.-%  $\text{CeO}_2$  (als Nitrat) und  $3$  Gew.-%  $\text{ZrO}_2$  (als Carbonat) beschichtet, bei  $150^\circ\text{C}$  getrocknet und 4 Stunden bei  $600^\circ\text{C}$  getempert. Die erhaltene Oxid-Beschichtung wurde mit  $5,3$  g pro Trägereinheit Platin und Rhodium im Verhältnis  $5:1$  imprägniert, bei  $150^\circ\text{C}$  getrocknet und bei  $600^\circ\text{C}$  in Formiergas ( $5$  Vol.-%  $\text{H}_2$ ,  $95$  Vol.-%  $\text{N}_2$ ) getempert.

Die Vorbehandlung mit Füllmittel erfolgte wiederum analog Beispiel 1. Die Beschichtung zeigte keinen Unterschied in der Haftung zwischen den vorbehandelten und den nicht vorbehandelten Proben. Die fertigen Katalysatoren wurden direkt in einen  $380^\circ\text{C}$  warmen Ofen eingestellt, 1 Stunde darin belassen, dann herausgenommen und an der Luft abgekühlt. Die Träger wurden durch Abklopfen mit einem  $400\text{-g}$ -Hammer auf Risse untersucht. Risse erzeugen, auch wenn sie von außen nicht sichtbar sind, einen scheppernden Klang.

Alle vorbehandelten Teile waren einwandfrei. Zwei der nicht vorbehandelten Teile hatten nicht sichtbare aber akustisch feststellbare Risse. Vor der Beschichtung waren die Träger beim Abklopfen einwandfrei gewesen.

## Patentanspruch

Verfahren zur Herstellung von Monolith-Katalysatoren mit verbesserten Thermoschockeigenschaften aus einem inerten keramischen monolithischen Träger, einem Film aus katalyseförderndem Metalloxid auf dem Träger und in dem Film verteilten Edel- und/oder Unedelmetallen als katalytisch aktiver Komponente, wobei man in den Träger vor dem Aufbringen von Metalloxidfilm und katalytisch aktiver Komponente ein wasserunlösliches, schmelzbares und ausbrennbares organisches Füllmittel bei Temperaturen oberhalb dessen Schmelzpunkts einbringt, den Träger dann unter diesen Schmelzpunkt abkühlt, hierauf den gegebenenfalls katalytisch aktive Komponente enthaltenden Metalloxidfilm durch Dispersionsbeschichtung aufbringt, trocknet, das Füllmittel an der Luft bei Temperaturen oberhalb 500°C ausbrennt und dann, wenn nicht schon geschehen, die katalytisch aktive Komponente auf den Metalloxidfilm in an sich bekannter Weise aufbringt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Träger durch Behandeln mit einer wäßrigen Dispersion des Füllmittels, vorzugsweise eines paraffinischen Waxes mit einem Schmelzpunkt oberhalb 80°C, bei Raumtemperatur mit Teilchen des Füllmittels vorbelegt, der so vorbelegte Träger getrocknet und anschließend über den Schmelzpunkt des Füllmittels erhitzt wird.

30

35

40

45

50

55

60

65